

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Хімічний факультет
Кафедра органічної хімії



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.О. заступника декана
факультету

Наталія УСЕНКО

« 10 » 00 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**СТРАТЕГІЇ СУЧАСНОГО СИНТЕЗУ
ГЕТЕРОЦИКЛІЧНИХ СПОЛУК**

для здобувачів освітньо-наукового рівня доктор філософії

галузі знань **10 Природничі науки, математика та статистика**
спеціальність **ЕЗ Хімія**
освітній рівень **третій "освітньо-науковий"**
освітня програма **Хімія**
вид дисципліни **вибіркова**

Форма навчання **денна**
Навчальний рік **2026/2027**
Період навчання **2 рік**
Кількість кредитів ECTS **4**
Мова викладання,
навчання та оцінювання **українська**
Форма заключного контролю **іспит**

Викладач:

Хиля Володимир Петрович, чл.-кор. НАН України, д.х.н., професор кафедри органічної хімії

Пролонговано: на **202** / **202** н.р. _____ (_____) « _____ » _____ **2022** р.

Розробник:

Хиля Володимир Петрович, чл.-кор. НАН України, д.х.н., проф., професор кафедри органічної хімії

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри органічної хімії



Олександр ГРИГОРЕНКО

Протокол № 15 від "03" травня 2025 року

Схвалено науково - методичною комісією хімічного факультету

Протокол № 9 від "07" травня 2025 року

Голова науково-методичної комісії _____



(Олександр РОЇК)

ВСТУП

1. Мета дисципліни – розвиток та закріплення теоретичних та практичних навичок методів синтезу гетероциклічних сполук на сучасному рівні розвитку органічної хімії.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

Знати: органічну хімію та основи хімії гетероциклічних сполук на рівні бакалавра за спеціальністю «Хімія».

Вміти: зобразити механізми органічних реакцій, у тому числі процесів гетероциклізації, на рівні магістра за спеціальністю «Хімія».

Володіти навичками пошуку інформації, її критичної обробки та представлення, застосовувати отримані знання для вирішення прикладних та теоретичних задач у галузі хімії.

3. Анотація навчальної дисципліни. Дисципліна «Стратегії сучасного синтезу гетероциклічних сполук» належить до переліку дисциплін вільного вибору аспіранта. В даній дисципліні докладно розглянуто сучасні методи синтезу та функціоналізації гетероциклічних сполук, у т.ч. методи елементарної органічної хімії, каталітичні методики, методи «one-pot» синтезу, асиметричний синтез та реакції рециклізації.

4. Завдання: сформулювати цілісні теоретичні уявлення про сучасний стан хімії гетероциклічних сполук та поглибити практичні навички аспіранта у цій сфері; сформулювати навички розв'язувати комплексні проблеми в галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики; сформулювати здатність до пошуку, оброблення на аналізі інформації з різних джерел із використанням новітніх інформаційних і комунікаційних технологій та вміння проводити самостійні дослідження на сучасному рівні; сформулювати здатність інтерпретувати дані, отримані при лабораторних експериментах та вимірюваннях і прив'язувати їх до відповідної теорії; сприяти розвитку абстрактного мислення, здатності формувати робочі гіпотези та перевіряти їх на практиці із застосуванням інноваційних технологій органічної хімії.

5. Результати навчання за дисципліною

Код	Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)	Форми викладання і навчання	Методи оціню- вання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
1.1	Знати сучасний стан хімії гетероциклічних сполук	лекції, аналітична робота	презентація, активність, Пс	15
1.2	Знати способи утворення різноманітних гетероциклічних систем	лекції, практичні,		10
1.3	Знати напрямки хімічної модифікації гетероциклів	лекції, практичні, аналітична робота		15
2.1	Вміти встановлювати й інтерпретувати фізико-хімічні характеристики гетероциклічних сполук	практичні		10
2.2	Вміти планувати багатостадійні синтетичні схеми для одержання гетероциклічних похідних	лекції аналітична робота		15
2.3	Вміти планувати способи хімічної модифікації гетероциклічних похідних	практичні, доповідь, аналітична робота		15

3.1	Здатність використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації інформації, що стосується синтезу гетероциклів	<i>лекції, практичні, аналітична робота</i>		5
3.2	Здатність виконувати передбачені навчальною програмою завдання у співпраці з іншими виконавцями	<i>практичні, аналітична робота</i>		5
4.1	Вміти самостійно зафіксувати, проаналізувати та інтерпретувати дані, що стосуються синтезу гетероциклів	<i>практичні, аналітична робота</i>		5
4.2	Дотримуватися правил наукової етики та доброчесності в процесі критичної обробки наявної та створенні нової інформації у галузі хімії гетероциклів	<i>практичні, аналітична робота</i>		5

6. В результаті вивчення дисципліни аспірант отримає нові сучасні передові концептуальні та методологічні знання в галузі хімії гетероциклічних сполук; відпрацює вміння формулювати наукову проблему з огляду на сучасні наукові тенденції та здатність професійно презентувати результати своїх досліджень на міжнародних наукових конференціях.

Все це допоможе йому навчитись ініціювати, організовувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької та інноваційної діяльності, пов'язаної із хімією гетероциклічних сполук, що приведе до отримання нових знань та покращення вміння кваліфіковано відображати результати наукових досліджень у наукових статтях в фахових виданнях, використовуючи при цьому сучасні інноваційні технології при плануванні експерименту, а також зборі, аналізі, обробці та інтерпретації експериментальних даних досліджень молекулярних ансамблів із гетероциклічним фрагментом.

7. Схема формування оцінки

7.1. Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100 - бальною шкалою. Модульний контроль включає 3 змістові модулі і комплексний підсумковий модуль (іспит). Впродовж навчання передбачається написання 3 модульних контрольних робіт; 2 практичні заняття та одне консультаційне.

- семестрове оцінювання:

презентація референсу останніх розробок, що стосуються сучасних підходів до синтезу гетероциклічних похідних;

модульна контрольна робота.

- підсумкове оцінювання: іспит.

Максимальна оцінка за семестр: **60 балів**.

Максимальна оцінка на іспиті: **40 балів**.

Максимальна загальна оцінка за курс: **100 балів**.

7.2. Організація оцінювання (за формами контролю згідно з графіком навчального процесу):

	ЗМ1		ЗМ2		ЗМ3		Іспит	
	<i>Min. – 9 балів</i>	<i>Max. – 15 балів</i>	<i>Min. – 15 балів</i>	<i>Max. – 25 балів</i>	<i>Min. – 12 балів</i>	<i>Max. – 20 балів</i>	<i>Min. – 24 бали</i>	<i>Max. – 40 балів</i>
Активність під час практичних занять	4	6	6	10	5	8		
Презентація	4	6	6	10	5	8		
Контрольна робота	1	3	3	5	2	4		

Оцінка за презентацію включає в себе: теоретичне наповнення матеріалу (50% від загальної оцінки за презентацію), мультимедійне оформлення (25%), презентація матеріалу (25%).

До іспиту може бути допущений аспірант, який виконав усі обов'язкові види робіт, які передбачаються навчальним планом з дисципліни «Стратегії сучасного синтезу гетероциклічних сполук» (а саме: активність під час практичних робіт, презентація, написання контрольних робіт), і при цьому за результатами модульно-рейтингового контролю в семестрі **отримав** за змістові модуля сумарну оцінку в балах не менше 20 балів (критично-розрахунковий мінімум при формі підсумкового контролю – іспит).

Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за іспит **не може бути меншою 24 балів**.

У випадку відсутності аспіранта з поважних причин відпрацювання пропущених занять та Perezdachi контрольних робіт здійснюються у відповідності до «Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу» від 1 жовтня 2010 року.

7.3. Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно з можливістю повторного складання / Fail	35-59
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни / Fail	0-34

8. Структура навчальної дисципліни

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ ТА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ теми	Назва теми	Кількість годин			
		лекції	практ.	конс.	самост. робота
Змістовий модуль 1.					
Номенклатура гетероциклічних сполук; класифікація гетероциклічних сполук за видом гетероциклу. Роль гетероциклічних сполук у функціонуванні живих організмів; біологічно активні сполуки з гетероциклічним фрагментом. Перспективні напрямки синтезу та хімічної модифікації гетероциклів					
1	Гетероциклічні сполуки. Класифікація. Ароматичні шестиланкові гетероцикли з одним гетероатомом. Азини: піридин, хінолін, ізохінолін. Ароматичні шестиланкові гетероцикли з двома гетероатомами. Діазини: піримідин, піридазин, піразин. Самостійна робота з літературою.	2	1		10
2	Методи синтезу та загальна характеристика будови та реакційної здатності п'ятиланкових гетероциклів: фурану, тіофену, піролу, тіазолу, імідазолу, оксазолу. Самостійна робота з літературою.	1			10
	Модульна контрольна робота 1	1			
Змістовий модуль 2.					
Нітрогеновмісні гетероцикли: синтез, модифікація; синтези на основі N-оксидів гетероциклів					
3	Будова та спектральні характеристики азинів та діазинів. Загальна характеристика реакційної здатності піридинів, хінолінів та ізохінолінів. Реакції піридинів, хінолінів та ізохінолінів з електрофільними реагентами: приєднання по атому Нітрогену, реакції заміщення при атомі Карбону, реакції з окисниками, відновниками та нуклеофільними реагентами. Самостійна робота з літературою.	2	1		10
4	Синтез піридинового кільця та приклади синтезу деяких важливих похідних піридинів. Алкілпіридини, гідрокси- та амінопіридини: будова та властивості. Реакції C-метальованих піридинів: літій- та магнійорганічні похідні, реакції, що каталізуються паладієм. Самостійна робота з літературою.	2			10

5	Хіноліни та ізохіноліни: реакції та методи синтезу. Реакції з електрофільними та нуклеофільними реагентами. Реакції С-метальованих хінолінів та ізохінолінів: літій-, цинкорганічні похідні, каталіз паладієм та нікелем. Гідрокси-, аміно-, алкілпохідні хінолінів та ізохінолінів. Четвертинні солі хіноліну та ізохіноліну. Основні методи хінолінів та ізохінолінів і деяких важливих природних похідних цих сполук. Самостійна робота з літературою.	2	1		10
6	Методи синтезу та загальна характеристика діазинів: піримідину, піридазину, піразину. Пурины. Самостійна робота з літературою.	1			10
	Модульна контрольна робота 2	1		1	
Змістовий модуль 3. Оксигеновмісні гетероцикли: синтез, модифікація; рециклізації О-гетероциклів під дією N-нуклеофілів як метод синтезу N-гетероциклів					
7	Шестиланкові природні гетероцикли з атомом Оксигену. Флаволи та ізофлаволи. Самостійна робота з літературою.	2	1		12
8	Бензопірони (хромони, кумарини, ізокумарини). Приклади синтезу деяких важливих похідних бензо-γ- та α-піронових систем. Самостійна робота з літературою.	2			12
9	Бензопірони (хромони, кумарини, ізокумарини). Реакції з нуклеофільними та електрофільними реагентами. Самостійна робота з літературою.	1			12
	Модульна контрольна робота 3	1		1	
	ВСЬОГО	18	4	2	86

Загальний обсяг **120 год.**, в тому числі:

Лекцій – **24 год.**

Практичні заняття – **8 год.**

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота - **86 год.**

9. Рекомендована література

Основна:

1. Joule J.A., Mills K. Heterocyclic chemistry. / Blackwell Science. London. - 2000 - 589 p.
2. Джоуль Дж., Смит Г. Основы химии гетероциклических соединений. – М.: Мир, 1975. - 399 с.
3. Общая органическая химия /Под ред. Д. Бартона и У. Д. Оллиса. - Т. 9. Кислородсодержащие, серусодержащие и другие гетероциклы. / Под ред. П. Г. Сэммса. - Пер. с англ. /Под ред. Н. К. Кочеткова. - М.: Химия. -1985. - 800 с.
4. Джилкрист Т. Химия гетероциклических соединений. / Изд-во М:"Мир".-1996 -463 с.
5. Горічко М.В. Металорганічні похідні гетероциклічних сполук. Навч. посібник для студентів хімічного факультету КНУ, 2008.
6. Казаков А.Л., Хиля В.П., Межеріцкий В.В., Литкеи Ю. Природные и модифицированные изофлавоноиды. - Ростов н/Д, 1985. - 184 с.
7. В. А.Смит, Н. Д. Дильман. Основы современного органического синтеза. М., 2009.
8. Ф. Кери, Р. Сандберг. Углублённый курс органической химии. В 2 т. М., 1981.
9. М. В. Горічко, В. Г. Пивоваренко. Органічна хімія. Реакції карбонільних сполук. К., 2012.
10. М. Лозинський, В. Ковтуненко. Карбаніони: синтез та алкілювання. К., 2008.

Додаткова:

1. Ф.С. Бабичев, В.А. Ковтуненко. Химия изоиндола. Киев: Наук.думка, 1983. – 280 с.
2. Wolfe J.P. Synthesis of Heterocycles via Metal-Catalyzed Reactions that Generate One or More Carbon-Heteroatom Bonds. Springer, 2013. - 274 p.
3. А.Т. Солдатенков, Н.М. Колядина, И.В. Шендрик . Основы органической химии лекарственных веществ . 3-е изд. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний: Мир, 2012.
4. Eicher T., Hauptmann S., Speicher A. The Chemistry of Heterocycles: Structures, Reactions, Synthesis, and Applications. John Wiley & Sons, 2013. - 646 p.
5. W.A. Smith., A.F. Bochkov, R. Caple. Organic Synthesis – the Science behind the Art. Cambridge, 1998.
6. К.В. Вацуро, Г.Л. Мищенко. Именные реакции в органической химии. М., 1976.
7. Hassner A. The Chemistry of Heterocyclic Compounds, Small Ring Heterocycles: Aziridines, Azirines, Thiiranes, Thiirenes. John Wiley & Sons, 2009. - 696 p.
8. С.Варганян. Синтез основных лекарственных средств. /М. "Мед.-информ. агенство", 2005, 844 с.

а також інтернет-ресурси.